

Korszerű analógnyomás és digitális textilnyomtatás

Kutasi Csaba

Egyre jobban jelennek meg fóliából kivágott alakzatok, ill. nyomathordozóra felvitt ábrák a textíliákon, amelyeket hőpréseléses transzferálással rögzítenek. Továbbá közvetlen plasztizolnyomással és digitális textilnyomtatással kerülnek a textíliákra a különböző nyomatképek, betűk és emblémák esztétikus kivitelben. Egyre szélesebb körben terjednek a hagyományos textilnyomástól eltérő, figurális hatást biztosító eljárások. A mechanikai- és kémiai mintázás szigorú elhatárolása is bizonytalanná válik, amint a lézergravírozásos textilmintázás kerül a figyelem középpontjába.

A különböző konfekcionált késztermékek (pólók, egyéb divatruházati cikkek stb.) ill. darabáru rendeltetésű textillap-idomok (zászlók, reklámsátrak, egyéb árnyékolástechnikai eszközök stb.) kémiai mintázásánál kezd háttérbe szorulni a klasszikus textilnyomás. A színes fénykép minőségű nyomatok, az egyedi felületmódosítást eredményező figurális rétegfelvitel igénye, a textilmintázás egyszerűsítése (nyomószerszám készítés nélkül stb.) való törekvések, és a technikai lehetőségek nagyarányú fejlődésének kihasználása számos speciális eljárás alkalmazását helyezi előtérbe. Így többek között elterjedtek a *kivágó-fóliás* módszerek, amikor az egyszínű, homogén felületről kimetszett formák képezik a leendő nyomatképet. A megfelelő PVC ill. poliuretán fólia a hagyományos színes megoldások mellett fényvisszaverő anyagokat, flitterhatásokat, pehelyszórású („flockozott”) felületeket hordozhat. Az igényelt kontúrnak megfelelően vágják ki plotteren a felületeket (betűk, számok, különböző formák stb.). A transzferálás – szilikonpapírral történő átvásalás – korszerű hőpréseléssel végezhető. Az így előállított nyomatok akár a szigorú Öko-Tex kritériumokat is kielégítik.

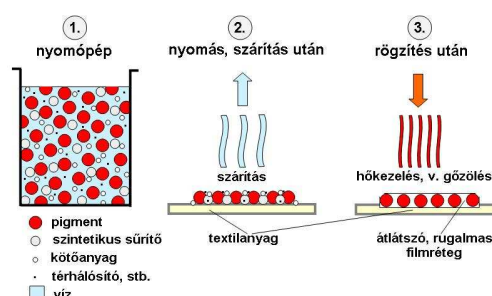
Készülhetnek többszínű és speciális felületeket tartalmazó nyomatok is megfelelő *nyomathordozóra*, amelyek szintén transzferálhatók. Ide tartozik a régebb óta használt szublimációs eljárás is, amelynél a válogatott diszperziós színezékekkel készült mintázatok hőpréseléssel átvihetők a szintetikus alapú textilanyagokra. Jelenleg számos egyéb módszer is kínálkozik a nyomatkép átvitelre.

A nyomószerszám nélküli *digitális nyomtatás* régebb óta ismert a szőnyegtermékek kémiai mintázásánál, azonban ezen megoldásoknál adott színek felület szerinti felvitelére ill. a tudatos egymásra-ésésből eredő kivonó színkeveréses folthatása érvényesül. A négy színnyomás elvű (nyomdatechnikai nyomatkép előállítással egyező) digitális nyomtatással általában közvetlen a textílián alakítják ki a színes mintázatokat (persze átmeneti nyomathordozóra is felvihető). Igaz ilyen nyomatképek főleg fehér felületen alakíthatók ki, színes textíliáknál fehér alányomás szükséges (ez pl. a titándioxid ülepedése miatt fűvóka eltömődésekhez vezet). Érdekesség a 3D-s nyomatok terjedése főleg szőnyegeknek (speciális szemüvegen át a kissé elcsúsztatott két nyomatkép térhatásúvá válik). Hasonlóan egyedi megoldás az illatanyagok (pl. levendula stb.) és egyéb funkcionális hozzáadékok tintasugaras felvitelére is.

Egyes gépek már a 300 m²/h nyomtatási teljesítményt is elérik, reklámhordozók akár 6 m-es szélességben is előállíthatók. A digitális textilnyomtatáshoz használatos tinták és berendezések költségigénye azonban egyelőre korlátozza az alkalmazási lehetőségeket, így a hagyományos textilnyomás teljes kiszorulásával – főleg a ruházati termékek esetében – nem kell számolni. Igaz, a hagyományos (színre-bontott diapozitív elvű) *sablonkészítés* az ipari filmgyártás drasztikus csökkenésével problémássá vált, egyesek szerint 5 év múlva teljesen megszűnik ez a lehetőség (kiváltására poliészterfilmre, fekete nyomtatással lehet e módszert fenntartani). Először néhány korszerű és speciális nyomópéprendszerről érdemes szólni, amelyet az ún. analóg (pl. filmnyomás) kémiai textilmintázásoknál használnak.

A korszerű pigment rendszerek

A *pigment*-színezékeket főként a nyomóipar használja, elvileg valamennyi szálanyag, ill. ezek keverékéből készített textíliákra kémiai mintázására alkalmasak. A vízben és szokásos oldószerekben nem oldódó fehér- ill. színes pigmenteknek nincs affinitásuk a szálanyagokhoz. A színezék részecske és a szálanyag között nem alakul ki közvetlen kapcsolat, hanem átlátszó filmréteggel ill. részlegesen térhálósodó polimer segítségével rögzíthetők. A finom diszperzióban előforduló pigmentek megfelelő sűrítő- és kötőanyag- rendszerben (1. ábra) vihetők fel textíliára az adott nyomási eljárás során. A korszerű nyomópéprendszerek, különösen a speciális filmképzők és sűrítősegédanyagok az egyszerű hőkezeléses fixálás utáni mosás mellőzését is lehetővé teszik. Ez főként a kötött-kelméknél előnyös, mert a nedves kezelés elhagyásával elkerülhetők a mosással járó kellemetlen deformációs hatások. Emiatt is fokozódott olyannyira a pigmentek elterjedése, hogy a színezékcsoportok közül ezekből



A korszerű pigmentnyomás elve

1. ábra

használja a legtöbbet a nyomóipar.

A pigmentek döntő részét szerves vegyületek képezik, néhány szervetlen képviselőjük (pl. egyes fémoxidok, egyszerű- és komplex fém sók) is megtalálható a textilnyomtatásban. A szerves pigmentek döntően azo-

(több mint 50 %-uk), továbbá antrakinon és indigoid származék) és ftalocianin eredetűek, valamint egyéb szerkezetűek. A színes változatokat élénk, erős és tiszta színek jellemzik, nagy fedőképességgel és általában kiváló fényel szembeni szintartósági tulajdonsággal. A további követelménynek való megfelelés, így a gyártás-ill. használat során fellépő oldószerekkel (pl. foltkezelés, tisztítás) szembeni tökéletes ellenállás, valamint a jellegzetes nedves valódiságok (pl. mosással-, izzadsággal szembeni ellenállás, stb.) optimális biztosítása is adott. Többek között ugyanígy biztosítják a szublimálás-, valamint a fehérítés-állóságot is. Fontos továbbá a vasalás- és egyéb hőállóság (magas hőmérsékleten nem olvadhatnak, nem indulhatnak bomlásnak, nem következhet be színváltozás), ennek is megfelelnek az alkalmazott pigmentek.

A pigmentek általános felhasználás-technikai szempontjait tekintve legfontosabb a részecskék nagysága ill. alakja, diszperzitási mértéke, homogenitása és formája. Ezen kritériumok befolyásolják a pigment-színezékek tisztaságát, telítettségét, élénkségét, fedőképességét és használati szintartóságát is. A különleges pigmentek közé sorolhatók pl. a *fluoreszkáló* típusok is (az ún. „világító” hatású, rendkívül élénk egyedek fényrel szembeni szintartósága azonban általában gyenge). A pigment *részecske méreténél* mindkét szélsőség problémás lehet. A nagyobb szemcsék csökkentik a színerősséget (a kisebb összes-felület következtében) ill. a színélénkséget. A túl nagy részecskéket továbbá nehezen fedi le a kötőanyag-film (érdes fogású nyomat, gyenge dörzsállóság). A túlzottan kisméretű szemcsék pedig a térhálósodott kötőanyagrétegen könnyen áthatolhatnak, így a pigment-rögzítettség kedvezőtlen lehet. Az optimális részecskeméret 0,1–0,3 mikron (μm) körüli. A nagyobb szemcseméretű, durvább diszperzió szintompulást okoz, a látható fény hullámhosszánál kisebb méret színerő- és fedőképesség csökkenést okoz. A pigment-részecskék alakja is fontos tényező (a lekerekített szemcse előnyös, az éles-sarkú a filmrétegben rosszul hasznosul).

A pigmentek általában 25–45 % töménységű, finom eloszlású, töltőanyaggal kevert stabil vizes diszperziók (pép, teig) formájában kerülnek forgalomba (pl. őrléssel pépesítve nem-ionos tenzid jelenlétében). Az ún. fedő pigment nyomás céljára (főként sötétebb színű alapokon kivitelezett fehér és színes mintázatok) olyan nyomópépeket alkalmaznak, amelyekben a fedőképesség fokozására optimális részecske-nagyságú és diszperzitásfokú fehér pigment képezi a hordozó-rendszert. Ez az ún. fehérkeverés a színezék-koncentráció csökkenését okozza, a diffúz-szorórendszer javára tolódik el a színezék-szóróanyag arány. Így nemcsak világosabb lesz adott színezet (valamelyest árnyalatváltozás is bekövetkezik), hanem a nyomat fényállósága is romolhat.

A *kötőanyagok* biztosítják a pigment-részecskék szálhoz történő rögzítését, amely a gyártás további részében, ill. a pigment-nyomott textília használata ill. kezelése során a fellépő fizikai- és kémiai hatásokkal szembeni ellenállást garantálja. Az egy-két μm vastagságú koherens *borítófilm* fő alkotói a korszerű szintetikus nagymolekulájú anyagok. Olyan, különböző polimerizációs, polikondenzációs és esetleg poliaddíciós speciális műanyagok alkalmasak, amelyekbe a műanyagkémia fejlődésével létrehozott speciális hozzátételeket építenek be. A képződő kötőanyag-film akkor tölti

be optimálisan szerepét, ha

- tökéletesen tapad (jó ragasztó-képességű) a textílfelülethez és a nyomott felülete sima,
- kis duzzadásképpességű, szintelen és átlátszó filmet képez (az idők folyamán nem sárgul, nincs jelentős öregedési veszély),
- vízzel és különböző oldószerekkel szemben ellenáll (nem oldódik),
- különböző vegyi-hatásoknak (sav, lúg, oxidálószer), és izzadmányanyagoknak ellenáll,
- magas hőmérséklet hatására nem változik (hőre nem lágyul),
- a pigment részecskék körül olyan réteget képez, amely dörzsöléssel szemben ellenálló bevonatot jelent,
- a nyomott felület fogása nem tér el a textílfelület nyomatlan részeitől, továbbá optimálisan rugalmas.

A kötőanyagok közül, a nagymolekula-képzési folyamat szerint lehetnek egyrészt polimerizációs termékek (pl. a poli-sztrirol, butadién-polimer ill. poli-akrilsavészterek). A többféle monomer alkalmazásával kialakuló koopolimerek célirányos anyagokat képviselnek. Az alkalmas polikondenzációs termékekre jellemző, hogy olyan, pl. a karbamid ill. melamin-formaldehid műgyanták, mint amelyeket a nemesítő végkikészítések során is alkalmaznak. A poliaddíciós termékek egyik jellegzetes képviselője a poliuretán.

A kötőanyagok filmképző tulajdonságúak, azaz a nyomott felületeknél *vékony összefüggő, átlátszó réteget* képeznek. Először az oldószer elpárologtatása, ill. a diszpergáló hozzátét eltávolodása biztosítja a filmkialakulást. A térhálósodás viszont nem következhet be a filmképződéssel egyidejűleg, miután a pigment-részecskék tökéletes beépülése így nem biztosított. Optimális esetben a folyamatosan felépülő filmréteg végleges formája a rögzítő hőkezelés (túlhevített gőzzel, forró levegővel) hatására alakul ki. A kötőanyag céljára alkalmas nagymolekulájú-anyagok fontos jellemzője a hőmérséklet-változással kapcsolatos viselkedés is. Vannak olyan nagymolekulájú anyagok, amelyek alacsony hőmérsékleten szilárdak és lágyulás után (ha nem bomlékonyak) folyékony halmazállapotúak lesznek a gyártás adott részében. Előfordulnak hőre keményedő típusok is. A fázisváltás egy szélesebb hőmérséklet-tartományú szakasza a lágyulás, ez a nyomatok lágy-sága, a mintázott kelmefelületek fogása szempontjából lényeges. A kötőanyagfilmnek a textílfeldolgozás és a használat közben egyaránt optimálisan kell viselkedni. A több kritériumot kielégítő optimális kötőanyagok keverék-polimerekből (pl. polisztrirol, poli-akrilsav butilészter; esetleg még butadién lágyító hozzátétellel) biztosíthatók. Fontos továbbá a kötőanyag részecskéinek rendszeren belül egymástól elkülönült előfordulása és homogén eloszlása.

A kötőanyagfilm duzzadásképpességét csökkenteni kell, ezt is elősegíti a *térhálósítás*. Már szóba került, hogy optimális esetben csak a nyomást követő, a szárítás utáni rögzítésnél jöhet létre a kötőanyag térhálósodása. A nyomott kelmén monomerekből felépülő nagymolekulás műanyagfilm a módszer bonyolultsága és a káros mellékhatások (mérgező, kellemetlen szagú) miatt nem előnyös. A lineáris láncmolekulákat tartalmazó kötőanyag alkalmazásakor a filmképzés után csak térhálósítás szükséges.

A felhasznált pigment-színezék tehát térhálósított kötőanyag segítségével rögzíthető, ehhez olyan nagymolekulájú anyag szükséges, amely csak az al-

kalmazott oldó- ill. diszpergálószer eltávolítása után veszi fel a térbeli szerkezetet. Az általában 100 °C feletti rögzítési reakció valamely sav ill. savleadó jellegű katalizátor jelenlétében játszódik le. A térhálósítási folyamatot precízen kell szabályozni, hogy a kifogástalan színtartóssági tulajdonságok elérésén felül nehegy keményedjen a filmréteg (amely az elasztikusság romlásához vezethet).

A pigment színezékek esetében a hagyományos nyomósűrítők nem jöhetnek számításba, miután a kötőanyag-filmbe beépülő sűrítő-anyag mindvégig a kelmén marad (az egyéb színezékcsoportokkal végzett nyomások esetén a gőzölést követő mosásnál a sűrítő végleges és teljes eltávolítására kerül sor). Így olyan sűrítőket igényel a pigment-nyomás, amelyek nem okoznak színezék-kihasználási és élénkség-rontó problémákat, a nyomott felületeket nem merevítik, a kötőanyag rétegbe épülve nem rontják a nedves színtartóssági tulajdonságokat. Korábban az emulziós sűrítőket alkalmazták. Ezek nyomástechnikailag megfelelőek voltak, de károsíthatták a nyomókendőket, a szárítótérben kellemetlen-szagú és a levegővel tűz- és robbanásveszélyes elegyet képeztek. Egyéb környezetterhelő hatásuk (pl. a szennyvízben fokozott habképződés) miatt is használatuk nagyrészt megszűnt.

A szintetikus (ún. benzinmentes) sűrítők olyan polimerizátumok, amelyek gyenge oldalirányú kapcsolatokkal képződő láncmolekula kötegek. A kismértékben térhálós-szerkezetű anyag láncmolekulái ún. kunkorodott gombolyag-alakúak. A semleges ill. minimálisan alkálikus tartomány körül a gombolyagszerű belső szerkezet hosszukás, kiegyenesedő tömlőalakúra vált. Előnyös, hogy kis szárazanyag-tartalom mellett is rendkívüli duzzadáképeséssel rendelkeznek.

A pigmentnyomás megfelelő kivitelezéséhez, az optimális színezékrögzítéshez, a nyomott felületek kelmével közel egyező fogási és rugalmassági tulajdonságainak megvalósításához és a nyomott textilanyagtól elvárt használati jellemzők biztosításához további *segédanyagok* szükségesek. A térhálósítószer tehát a kötőanyagot felépítő láncmolekulákból térbeli szerkezetű műgyanta kialakítását végzi. A kötőanyag térhálósodásához szükséges optimális pH-tartományt nem károsító szerves savakkal (pl. borkósav), vagy hő hatására bomló savleadó-vegyületekkel érik el (pl. ammónium-szulfát, ammónium-hidrogén-szulfát, diammonium-foszfát stb.) érik el. Az emulgeátor az adott sűrítő elkészítéséhez és stabilizálásához szükséges. A habzásgátló alkalmazása a nyomópép készítésekor ill. a nyomás közbeni habzási kellemetlenségek elkerülésére fontos. A fogásjavító szerek közül főként a szilikonbázisú lágyítók kerülnek előtérbe. Ezeken kívül egyéb, pl. a nyomópép folyási jellemzőit befolyásoló segédanyag, a kötőanyag-film tapadását elősegítő segédanyagok alkalmazása célszerű. A pigmentnyomópépeknél fontos, hogy a pigment-paszta, a kötőanyag és a sűrítő reológiai (az idő okozta változásokkal kapcsolatos) jellemzői közel megegyezzenek.

Speciális nyomópépek, eljárások

A különböző méteráru- és egyes darabáru nyomások során alkalmazott, a szálanyagra tartósan kötődő színezékek és nyomópép-rendszerek általában vizes bázisú pépek. A darabárunyomások (pl. pólók), ill. speciális konfekcionált termék (pl. reklám sátrak, árnyéko-

lástechnikai eszközök, stb.) esetében a kelmenyomástól eltérő alkalmazások is elterjedtek (pl. sík filmnyomással), ezekről a teljesség igénye nélkül néhány jellegzetesség:

- A *plasztizol* nyomópépek vizes bázisúak, tulajdonképpen lágyítóba kevert műanyagorból (általában polivinilklorid – PVC) állnak (a lágyító csak magasabb hőmérsékleten oldja a műanyagot, így nincs sablonbeszáradási veszély). A zselésedett rendszer szobahőmérsékleten tartósan kötődő, lágy réteget képez (a szóban forgó műanyagport tartalmazza finom eloszlásban lágyító és hordozóanyag elegyében, természetesen adott szín elérését biztosító speciális pigment hozzáadásával). A rugalmas bevonatot képező nyomat különböző, főleg kötőel előállított kelmefelületek mintázására előnyös (pl. pólók emblémázása stb.). A felhordott pép rögzítését a szárítást követő zselatinálás biztosítja (hőalagútban történő 160–180 °C körüli, 1-3 perces hőkezelés forrólevegővel). A nem kívánt fényes nyomat mattírozó anyag adagolásával kerülhető el. A színes kötött kelmefelület hézagainak lezárását általában rapportban illeszkedő, a teljes figuraalakzat alá nyomott fehér fedőpéppel érik el. A plasztizolok a széles paletta és a sablonbeszáradástól való mentesség következtében érhetően a legnépszerűbb rendszerek (hátrányuk, hogy a PVC esetén a nyomott felületről káros vegyületek szabadulhatnak fel, az észsége ártalmas mellékreakciók során). Már a PVC-t mellőző plasztizol-rendszerek is ismertek, így megszűnik a károsító hatás. Ezenél poliuretán jelenti a műanyagbázist, igaz ez esetben nincsenek olyan optimális lágyítók, mint a PVC-nél.

- Különleges, éléssel határolt domború hatású nyomott felületek érhetők el az ún. *high density* (2. ábra) nyomópépekkel. A rusztikus hatást a nagy mennyiségű pépfelhordás biztosítja, így a szítaszövet vastagságát ún. kapilláris film ráhelyezéssel növelik (a pépfelvitelt a sablon áteresztő nyílásainak magassága határozza meg, a hosszabb csatornák értelemszerűen több nyomómasszát szállítanak). A felhordott és szárított nyomópép rögzítése szintén hőkezeléssel történik.



a nyomópép felvitelt növelő film a sablonszöveten

Az ún. *high density* nyomatok és előállításuk

2. ábra

- Az ún. *hab* (puff) nyomással (3. ábra) terjedelmes, háromdimenziós nyomat érhető el. Az általában poliuretán alapú pépben belső gázfelhordással járó folyamat játszódik le a hőkezelés során. Az így létrejövő a habképződés rendkívül szabályozott hőkezelési folyamattal érhető el (fontos az előírt hőmérséklet betartása,

a pontos kezelési idő, hőközlési viszonyok optimalizálása; pl. magasabb hőfokon, hosszabb kezelésnél a nyo-



A puff (domború) nyomatok és előállításuk

3. ábra



Speciális nyomatokra példák

4. ábra



Speciális nyomatok

5. ábra



Tört, szakadozott hatás elérése (speciális nyomópép + mechanikai hatás)

Speciális nyomatok elérése

6. ábra

mat ellapul).

• A *reflektív, fluoreszkáló* nyomásoknál fényviszszaverő, ill. fénykibocsátó hatás érhető el (előbbinél tükrösített üveggyöngyös vagy mikrop prizmás rendsze-

rek biztosítják a jó láthatóságot, utóbbinál a nem látható ibolyán túli sugárzás egy része alakul látható fénné).

• A *termoszenzitív* nyomásoknál a nyomópép olyan színezékek keverékéből áll, amelyek közül az egyik adott hőmérséklet elérésénél elveszti színességét. Pl. a kék- és sárga keverékéből képzett zöld színnél a hőre érzékeny kék színvesztése miatt a hőmérsékletváltozás sárgulással jelentkezik (nemcsak textilnyomáshoz használatos, ilyen pl. a homlokra helyezhető láztermőcsik, stb.)

• A *metál jellegű* mintázatot a nyomópépbe kevert fémrészecskék tükrös felületeinek kiváló fényvisszaverő-képessége biztosítja. Az ún. „arany”-nyomáshoz rendkívül finom szemcsékből álló bronzport használnak, amelyet egy átlátszó műanyagfilmet alkotó nyomómassza (speciális pigment-rendszer, amelyben a színezéket a fémrészecskék helyettesítik) bevonattal rögzítenek a textiliához. Az „ezüst”-nyomáshoz nagy finomságú alumíniumport alkalmaznak, szintén szintelen rétegen felhordva.

• A *gyöngyház-nyomatok* nyomópépeinek funkcionális komponense az iriodin, amely szabad szemmel nem látható (5-10 µm-es gyöngyök formájában jelenlevő pigment részecskéket jelent; a felhasználás előtt szürkés-fehér finom eloszlású por). A kedvező vizuális hatást a mesterséges gyöngyház-részecskék idézik elő, amelyek fénytörő képességgel is rendelkeznek (egyéb-ként a kagylók hasonló viselkedését az ilyen réteges felépítés teszi lehetővé, a szívárványszerű, csillámló fényhatást előidézve). A vizes bázisú nyomómassza az iriodinon kívül természetesen szintetikus sűrítőt, filmképzést segítő és rögzítő anyagokat tartalmaz, valamint a szükséges színes pigmentet. Így gyöngyház-jellegű, fémfényű, lakkszerű nyomatok érhetők el. A parányi, fénytörő képességű gömbök sokasága a felhordás során mintegy tükrösítő háttér felülettel is rendelkezik, a csillámló hatás mértéke a részecskeméret megválasztás szerint alakítható.

• A *csillogó hatású* nyomásokat ún. glitter (flitter) pépekkel érik el. Az egyik megoldásnál rendkívül ritka szíta képezi a sablonszövetet, ezen préselik át a speciális effektust biztosító granulátumot, színes pigmentet és gélből felépülő zselészerű nyomópépet. A másik módszernél a nyomatnak megfelelő helyen kizárólag az átlátszó hordozó zselét nyomják a felületre, az így kezelt textilfelületet mártják a száraz granulátum-porba.

• Ezekon kívül apró *műanyaggyöngyös* ill. *fólia* nyomatok (4., 5. ábra), valamint ezek színes mintázással kombinált módszerei egyre elterjedtebbek. Népszerű továbbá a *szakadt, repedezett nyomatok* (6. ábra) létrehozása is, ezek a speciális pépek felhordásán kívül mechanikai módszerekkel (pl. teniszlabdás mosás stb.) érhetők el.

Mintázás pehelyszórással (flockozással)

A *pehelyszórás* (flock eljárás) aránylag régebben ismert és alkalmazott felületbevonó technika. Amennyiben textilanyagon alakítanak ki teljesen vagy helyenkénti megoldással ilyen velűrszerű hatást, úgy kedvező tapintás, a kelmesíkből kiemelkedő mintázatok, feliratok érhetők el. Művelőr padlóburkolatok, bútor-borítókelmék ugyanúgy készíthetők ezzel a módszerrel, mint az így mintázott és strukturált ruházati cikkek (pl. pólók stb.). Egyéb felületek, tárgyak bevoná-

sakor a művelet célja párosulhat az esztétikai igényekkel (pl. diszdobozok készítése stb.), azonban számtalanszor a funkcionalitás (szigetelés, csúszásmentesítés, egyéb súrlódásnövelés, fényvisszaverés-mérséklés stb.) kerül előtérbe. A rászórt pehelyréteget tehát nemcsak textilhordozóra lehet felvinni, hanem bármilyen felületre (pl. személygépkocsik kalaptartója, egyes belső kárpitelemekre stb.).

A *műbáronyozásként* is ismert pehelyszórásnál először az ún. ragasztóréteg (hordozópép) kerül a teljes felületre, vagy a mintának megfelelő helyre. Előbbinél pl. késes, vagy egyéb elven működő kenőgéppel hordják fel a szóban forgó réteget, utóbbinál pl. filmnyomással. Ezután elektrosztatikus erőterében (20–150 ezer V feszültségkülönbséggel) a szálrészecskéket szabályos irányítottsággal juttatják a bevonandó/mintázandó felületre. Az ún. szálpor (egyenletesen, pontosan adott hosszúságra – pl. lézeres vágással – darabolt, általában adott színű száldarabkák) az egyik elektróda szerepét is ellátó, a rétegelt felület felett elhelyezett fémtartályból távozik irányítottan a földelt alátámasztású fémasztalra, amely a kelmét hordozza. A teljes felületnél/mintáztatnál a hordozórétegbe – az elektromos erővonalaknak megfelelően és a vonzóhatás következtében – merőlegesen belőtt kishosszúságú szálsokaság plüssszerű hatást alakít ki. Ezt követően az elektródák ellentétes polaritást kapnak, a taszítóhatás révén a nem kötődött szálrészek visszajutnak a tartályba. Az újabb műveletnél már egyáltalán nincs elektromos töltés, ekkor a még feleslegben maradt (nem a ragasztórétegbe vágódott) száldarabokat légelszívással távolítják el. A hőkezeléses zselatinálás eredményeként a pehelyszórással bevont/mintázott textilanyag (amely szerkezetében mintegy a hajás fejbőrhez hasonlítható) ellenáll a használat során és a mosások során fellépő dörzsölő és egyéb mechanikai hatásoknak.

A *flock-transzferrendszerek* előnyeit általánosságban az egyszerűen és tisztán végrehajtható átviteli folyamat, a kedvező kontúrlesség és finom nyomatrészlet előállítás, továbbá a kiváló színtartósági tulajdonságok képezik. Ez azzal is magyarázható, hogy a felhasználók számára ideális, transzferálásra alkalmas anyagot magas szakképzettségű személyzettel kivitelezett, jó technikai felszereltségű üzemekben állítják elő. Pozitívumként jelentkezik a széleskörű alkalmazhatóság, amely a hőstabil szálanyagok mellett számos egyéb

lehetőséget is magában foglal (nyitott-szerkezetű kötött kelmék, szabott idomok, konfekcionált késztermékek). Így a közvetlen (direkt) nyomásos mintázási megoldásnál egyszerűbben, főként kisebb felületek esetén alacsonyabb fajlagos ráfordítással állíthatók elő a különböző mintaelemek. Néhány hátrány is fennáll a transzfer technika során, amelyeket szintén fontos mérlegelni. Így főleg a nagyobb felületű nyomott/flockozott motívumok drágább előállítása, a textilra fogását rontó körülmények gyakori megjelenése, valamint a hordozómaradványok megsemmisítési költsége emelendő ki.

Ennél az eljárásnál (7. ábra) tükörképként kerül a nyomandó felület a fólia- vagy papírhordozóra. A végső színes/flock nyomatkép átvitele vasalóprésszel (hő és nyomás hatására) történik, az alkalmazott nyomás és hőfok mértéke a textilanyag hőmérséklet-stabilitásától és szerkezeti jellemzőitől függően változik.

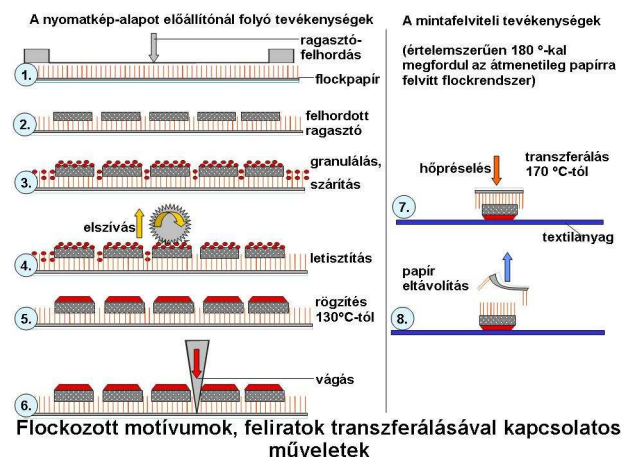
A korszerű transzferrendszerű pehelyszórási eljárásokkal kapcsolatban előnyösnek mondható a nagy szálsűrűség elérhetősége, a jól orientált szálak elhelyezkedése, a felvitt felületek ártalmatlansága (az Öko-Tex kritériumok kielégítésével), a felesleges kötőanyag-(ragasztó-) felhordás elkerülése és kiváló a színtartósági tulajdonságok elérése (pl. mosással, fénnel, fehérítéssel szemben).

A *flocktranszfer készítése* és a kívánt felületre való átvitele a következő műveletekből áll:

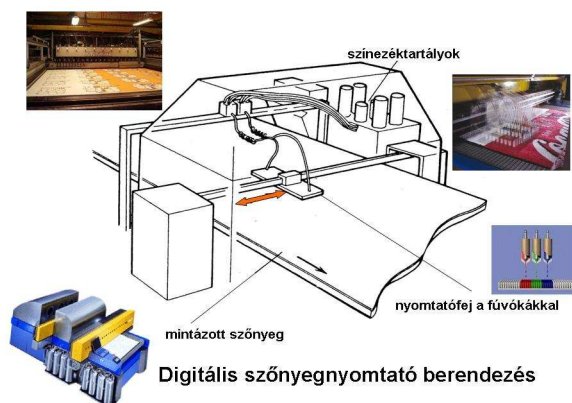
- az előkészített flockpapír-ívekre (amelyek a megfelelő színű, irányított helyzetű szálréteget egyszerű és átméleti kötődéssel hordozzák) ráhelyezik a filmnyomó-sablont,
- a ragasztóréteget figurálisan, tükörképes helyzetben rányomják a flockpapír-ívek szálréteggel borított felére,
- a még nedves állapotú, figurálisan felhordott rétegbe hőre olvadó (termoplasztikus) műanyagport (granulátumot) szórnak,
- az így előkészített flockpapír-íveket megszáritják kb. 80 °C-os forró levegővel,
- ezt követően az íveket megtisztítják a feleslegben levő (ragasztós felületek közé szóródott, a ragasztórétegre többletben rákerült) granulátumtól,
- az ívek rögzítésére 130 °C-tól kezdődő optimális hőmérséklet tartományban (a szórással felvitt granulátum meglágyul és a szükséges felületeken szétterül) kerül sor,
- ezután az így kialakított ívek vágása történik a mintaelemnek megfelelő körülhatárolással,
- majd a kivágott részeket ráhelyezik a mintázandó textilfelületre (180°-kal elfordítva, úgy, hogy a papírhordozó legyen felül, a textilra érintkezzen a szétterült granulátum réteggel),
- ezután a transzferálás (applikálás) következik vasalóprésszel, 170 °C-tól kezdődő rögzítési hőfok tartományban,
- végül a hordozópapír lehúzására kerül sor a lehűlést követően (így az irányított helyzetű száldarabkák sokasága létrehozza a „műbáronyozott/plüss-szerű” felületet a mintának, feliratnak megfelelő helyen).

A digitális-nyomtatás jelenlegi alkalmazása

A bevezetőben már említettük, hogy a *nyomószám nélküli* digitális nyomtatás jó ideje ismert a szőnyegtermékek kémiai mintázásánál, azonban ezen megoldásoknál adott színek felület szerinti felvitele ill.



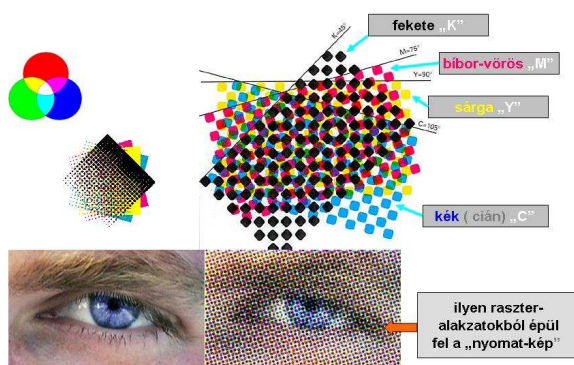
7. ábra



Digitális szőnyegnyomató berendezés

8. ábra

a tudatos egymásra esésből eredő kivonó színkeverés hatása érvényesül. Pl. a *szennyfogó szőnyegek*nél a hazai mintázó vállalkozások is alkalmazták ezt a módszert (8. ábra). Ezen speciális (rendszeres vizes mosással tisztítható) szőnyegtermékek szerkezetét jellemzi, hogy járófelületüket nagy sodratú, általában szintetikus (polipropilén, poliamid stb.) fonalakkal készítik tűzéses módszerrel. A nemszőtt kelme alaprétegbe (amelyet később nitrilgumival vonnak be) tűzött, fokozott sodratú fonalakkal felépülő hurkok alkotta velűrréteg a terheléskor (a szőnyegen közlekedő személy rálepésekor) befogadja a szennyeződések és spirális mozgással a szőnyeg belseje felé kényszeríti (a por és egyéb piszok átmeneti – mosásig tartó – kötődését segítve). A durvább, szögletes keresztmetszetű szálakból álló fonalhurkok a piszok leválasztását is elősegítik a cipőtalpról. A szennyfogó szőnyegek reklámhordozók is lehetnek, színes feliratok, logók alakíthatók ki a szálanyagának megfelelő textilszínezék-tintákkal (pl. poliamid esetén savas színezékekkel). Az ilyen szőnyegmintázóknál a textílfelület felett keresztirányban mozgó nyomtatófejben vannak a fűvőkák (pl. a Zimmer cég egyik típusánál 64 db), ezek magasnyomású színezék tartályokhoz (pl. 16-féle) csatlakoznak flexibilis csővezetékekkel. Az elektronikus vezérléssel adott színek elosztócsövei kerülnek kapcsolatba a fűvőkákkal, amelyek a meghatározott felületre színezéktintát lövellnek (a főrréteg teljes mélységét helyileg átszínezve). Tehát egységes színű egybefüggő motívumok építik fel a nyo-



A négy színnyomás elve

9. ábra

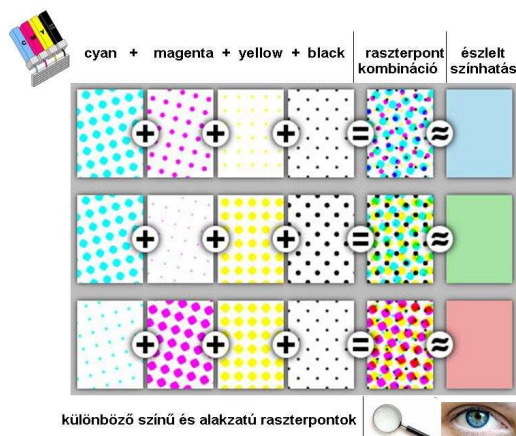
matképet, jelenítik meg a feliratot (mint az analóg kémiái textilmintázások – pl. filmnyomás során), nem rászterpontokból áll össze a minta.

A színes fényképszerű nyomatok előállítására kapcsán először a (négy színnyomás) elveiről (9., 10. ábra), amely a nyomdaiparban régóta használatos) lényeges szólni. A *négy színnyomás* alapjaiban az *összeadó* (additív) *színkeverés*en, a szem felbontóképességénél kisebb színes rászterpontok okozta színingerek együttesen érvényesülő hatásán alapszik. Egyébként a különböző színű fénysugarak egyesítése jelenti az összeadó színkeverést, de ez valósul meg akkor is, ha különféle színek gyors egymásután következő hatása éri szemünket. Az emberi szem felbontóképessége a tisztánlátás távolságából 14 vonalpár/mm fizikai mennyiséggel jellemezhető (kb. 25 cm-ről nézve ilyen sűrűségű rácsot vagyunk képesek vizuálisan észlelni). A nagy felbontóképességű mintázó-fejvel mintegy 0,03 mm átmérőjű parányi színes pontok állíthatók elő (ez megfelel 125 dpi-nek, azaz 1 hüvelykben (inchben) mindkét irányban 125 képpont helyezkedik el).

A *quadrochromiás* rendszert az angol színnevezések kezdőbetűiből "YMCK"-nak is nevezik (Yellow, Magenta, Cyan, és megegyezés szerint más színtől elkülönítve "K" jelenti a feketét). Egyes mintázatoknál (nyomatépeknél) nem elég a négy szín alkalmazása. Így pl. főleg a pasztellszíneknél, egységesen nagy homogén színes felületeknél (decker), az alapszínek több koncentrációs alkalmazási igényénél, további kiegészítőszínek esetén stb. a színszám 8-ra (akár 16-ra) is növekedhet. Megemlítenéd, hogy a négy színnyomásos képalkotást az említett additív módozaton kívül a kivonó (szubtraktív) színkeverés is segíti (a színes rétegek színszűrőként működnek, a parányi színes rászterfelületek tudatos egymásra-eséséből létrejövő kevert színű felületek is részt vesznek szubtraktív módon a színes fényképszerű megjelenítésben).

A poszter-nyomtatáshoz kifejlesztett *Ink-Jet berendezés* (DDP eljárás – Direct Digital Printing) textilipari alkalmazásához speciális feladatok megoldása vált szükségessé:

- A *textílfelületek* – a papírhoz képest – nem egyenletesek (a vastagságtérések a fűvőkák és hordozó közötti távolság kedvezőtlen változását okozzák), nem nyúlásmentesek (külön bevezetést, továbbítást, felsodrást igényelnek).
- A *színezéktinták* (kiválogatott textilszínezékek különleges vizes-bázisú, hozzátétektől mentes oldatok



A négy színnyomással elérhető hatásokra példák

10. ábra

formájában) közül azok alkalmazhatók, amelyek nem fejtenek ki taszító hatást az elektromos erőterben, továbbá nem okoznak lerakódást (pl. a felfűtőcsöves színezékcsepp adagolóknál). A színezékoldathoz kevert speciális tenzid (nedvesítőszer) biztosítja a fűvókákön való akadálytalan áthaladást, ill. segíti a kelme optimális nedvesedését (pamutra, viszkózra reaktív, poliamidra savas, poliészterre diszperziós, minden szálanyagra kiterjedően pedig speciális pigment színezékrendszerek használandók). Az említett színezéktinták viszkozitása (1-2 mPa), független az oldatra ható nyíróerőktől (állandó marad).

- A mintázandó textíliafelületet *elő kell kezelni* hig sűrítő-füvőkkel (az éles nyomatkép elérésére) ill. a színezékrögzítéshez szükséges vegyszeres oldatokkal (pl. pamutterméknél reaktív színezés esetén alkália és karbamid tartalmú fürdővel telítés, szárítás stb.). Ilyen feladat végrehajtására növekvő a hazai igény is, mert a digitális textilnyomtatókat üzemeltetők általában nem rendelkeznek egyéb textilkikészítő-gépekkel.

- Lehetőleg *komplett gépsor* része legyen az Ink-Jet nyomtató egység, így pl. kis befogadóképességű gőzölőt, mosóberendezést és szárítóegységet is magában foglaló berendezés célszerű. Megjegyzendő, hogy külön gyártótól származó szoftver, nyomtató, ill. textíles eszközök optimális komplettírozása adja a hatékony technikai hátteret (azaz a tradicionális textiltégypártók is veszik a nyomtatót, szoftvert).

A textilmintázásra alkalmas tintasugaras nyomtatási megoldás a digitális nyomdatechnikák közé tartozó nem-hagyományos eljárás (NIP=nonimpact printing). A mintázat, nyomatkép a nagy sebességű, hordozóra irányított színezékcseppek alapján alakul ki (az ún. DOD – Drop On Demand = kívánság szerinti cseppek – technika teszi lehetővé a minta kialakítást), a négy színnyomás elvén megjelenő, döntően összeadó, részben kivonó színkeverés eredményeként.

A mintakialakítás szerinti irányított színezéktinta-cseppek többféle módon (11. ábra) juthatnak hordozóanyagra, szakaszosan vagy folyamatosan működő sugarak formájában. A szakaszos módszerű technikák közül a *Bubble-Jet* (Termo Ink) technika, ill. a *reciprok-piezelektromos* hatáson (Piezo Ink) alapuló megoldás kerül előtérbe a textilmintázásra is alkalmas berendezéseknél. Mindenképpen kiemelendő, hogy a fűvókák zavartalan működéséhez az Ink Jet berendezés mintegy folyamatos üzemeltetése szükséges (a ciklusos digitális nyomtatás eltömlődéseket okoz, amelyek elhárítása

nehézséges és időigényes).

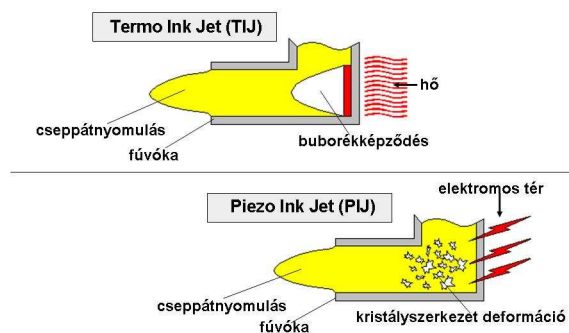
- Az egyéb tintasugaras nyomtatóknál is alkalmazott *Bubble-Jet* (Termo Ink Jet – „TIJ”) cseppképzés és kilövellés lényege megfigyelhető, ha pl. egy folyadékkal telt és nyugalomban levő injekciós fecskendő tuját a vége közelében lángba tartják (a melegített résznél gőz alakult buborék „kitolja” az előtte levő folyadékot, csepp távozik a tű végén). A nyomtatófejben a színezékcsepp felmelegítése, buborékképződés és cseppátnyomás a vékony (a hajszál vastagságának tizedét megvalósító) fűvókán keresztül, akár másodpercenként 10 ezerszer lejátszódik. A kívánt időben szakaszosan létrehozott és irányítottan a kelmére juttatott parányi méretű tintacsepp a mintázás meghatározó mozzanata (azaz csak a mintaigény szerinti vezérlésre alakul ki a szükséges színű színezékcsepp-sugár).

- A *reciprok-piezelektromos* (Piezo Ink Jet – „PIJ”) eljárásnál a külső elektromos tér hatására a különleges kristályszerkezet deformálódik, a kitáguló-összehúzódó anyag adagolja a színezéktintát, akár 625 ezer db csepget elérve másodpercenként. A nagyfrekvenciás elektromos hatásra bekövetkező rezgés nyomja össze a speciális képességű kristályokat, így a fűvókákban levő színezékoldat közepes nyomással kilökelhető. Ezzel a tinta kilövelléssel, az elektromos töltéssel felruházott cseppek a kelmére kerülnek a szükséges időben és helyen (a nem aktivált cseppek nem jutnak el a textílianyagra).

A *folyamatos elven* működő tintasugaras (Continuous Ink Jet – „CIJ”) nyomtatóknál a nyomtatófejből állandóan távozik a színezéktinta, tehát az aktív üzem (amikor adott színű cseppnek a textílianyagra kell kerülni) mellett passzív (amikor a szóbanforgó színezékcsepp nem lehet munkában) szakaszban is képződnek sugarak. Utóbbi helyzetben – amikor nem kapnak töltést a cseppek – a színezéktinta egy szögletes határoló elembe kerül és visszacirkulál a tárolótartályba. A folyamatos működésű nyomtatófej bináris, többszörös és ún. Hertz módszerű lehet. A bináris technikánál az aktív színezéktinta-sugár merőlegesen a textilhordozóba csapódik, az inaktív sugár a cirkuláltatóba kerül (bináris elnevezését az egyenes aktív és a ferdén eltérített passzív csepp-nyalábról kapta). A többszörös elven működő nyomtatófej a textíliára merőleges helyzettől eltérő és többirányú aktív sugarat a mintaigénytől függő helyekre irányítva (a passzív sugár merőlegesen a határoló vályúba kerül és visszacirkulál). Ennél a többszörös sugarú megoldásnál a cseppre ható töltés nagyságától függ, hogy a csepp helyileg tudatosan hova kerül. A Hertz módszernél impulzusos a sugárkibocsátás, a textílián szétterülő csepp szabályozhatóan változtatható méretben alakítható ki (így a „variable dot size” megoldással ún. feltónusos effektusok érhetők el).

A textílszínezék-tintáknál tehát a *reaktív, savas, diszperziós* és speciális, még mindig tökéletesítés alatt álló *pigment rendszerek* terjedtek el. Utóbbiaknál, pl. a sárga (Y), bíbor-vörös (M), cián-kék (C) és fekete (K), továbbá sötét- és középkék, narancs és másik árnyalatú vörös képezi a színezék-palettát. E pigment-rendszer előnye még, hogy a digitálisan nyomtatandó kelme semmiféle előkezelést nem igényel (nem kell sűrítő ill. hidrotrop hatású hozzátét és a kémhatást befolyásoló segédanyag-tartalmú fürdővel a textílianyagot előzetesen impregnálni).

A digitális textilnyomtatásnál alapjaiban minden olyan technológiai jellegű berendezésre szükség van,



Szakaszos üzemi tintasugaras nyomtatófejek elvi felépítése

11. ábra

mint az analóg filmnyomáshoz (kivéve a mintázó-szerszámmal kapcsolatos eszközöket), persze a kisebb tétel nagyságokra koncentrálva. A nyomó-előkészítés során célszerű optimális telítő fulárral ellátott szárító-feszítő rámán megoldani az elvárt kelme-előkészítést (pl. sűrítő+karbamid+egyéb hozzátét felvitele). Az Ink Jet nyomtatógépsor előtt gyűrődésmentes vezetést és egyenletes kelmepálya továbbítást garantáló beeresztő egység szükséges, majd az irányított színezéktinta adagolás után esetleg közbelső szárítás, végül a minőség-megővő feltekercselés. Ezt követően a színezéktinta fixálása, a nem rögzítődött színezék és az előkezelő anyagok eltávolítását megoldó mosás következik, majd a maradék-nedvességtartalom egy részének kipréselése, majd hőközléses módszerrel teljes eltávolítása. Folyamatos gépsor esetén a mintázott kelme a színezék-rögzítőben (gőzölő, vagy hőkezelő) folytatja útját, ezután a nagy-hatékonyságú széles-mosó berendezésbe kerül. A rögzített és mosott kelme a víztelenítés és szárítás után alakul továbbfeldolgozásra alkalmas méterárúvá.

Törekvések folynak a *papírpapíri nyomtatásnál* bevált tinták textilipari alkalmazására is, ezzel főleg a speciális kelme előkészítések és főként a színezékrögzítő műveletek válnának egyszerűbbé. Például:

- Az *eco-solvent* tinta alacsonyabb oldószertartalmú, így kevésbé káros. Igaz, az így előállított nyomtatás mechanikai igénybevételekre (karcolás, dörzsölés) kevésbé ellenálló. A textilipari alkalmazásnál továbbá problémát jelent a jelentősebb tintafelhasználás (a papírnál lényegesen több színezékkoldatot vesznek fel még a szintetikus szálakból készült felületek is), ami rendkívül költséges.

- Az *UV-tinták* az ultraviola (ibolyántúli) sugárzás hatására rögzíthetők a felületen. Ezek ún. polimer tinták, így a nyomtatáskor nincs beszáradási veszély (majd sugárzásra alakul ki a tartós kötődést biztosító nagymolekulás változat). Előnyös, hogy a kötőanyag több mint 95%-a polimerizálódik a „fénykezelés” során. Egyelőre gond, hogy az UV tinták között fedőjellegű nincs, csak a négy színnyomáshoz megfelelőek használhatók fehér alapú textiliákon. Egyébként ma már olyan korszerű nyomdai berendezések is üzemelnek, ahol a nyomtatófej tartozékként tartalmazza az UV-sugárzót.

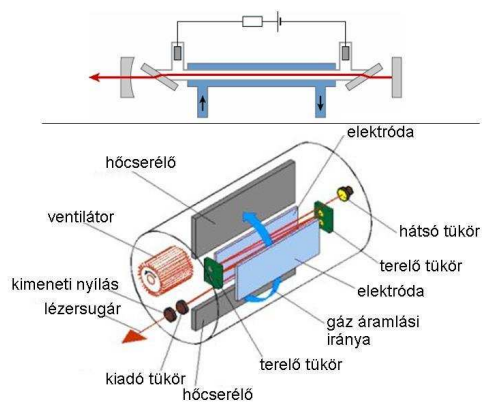
A lézergravírozásos textilmintázás

A lézer elnevezés az angol *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* kifejezés rövidítéséből (LASER) származik, ill. ennek magyarosított változata. A lézer tulajdonképpen egy olyan elektromágneses rezgéskeltő és erősítő berendezés, amely általában a látható fény tartományában képes nagy energiát egyetlen koherens fénynyalábban összpontosítani. Ennek lényege, hogy a lézerben a megfelelő gáz vagy szilárdtest atomjainak egy részét magasabb energiaszintre gerjesztik. Az így aktivált atomból kiszabadult fotonok újabb kibocsátást indítanak el, ún. emisszió-lavina alakul ki. A szükséges gerjesztést villanócsővel (szilárdtestnél) ill. gázkisüléssel (megfelelő gázkeveréknél) idézik elő. Az aktivált fénysugarat tükörpár zárja közre, ezek közül az egyik teljesen visszaverő, a másik féligáteresztő képességű. Utóbbin lép ki a rendkívül párhuzamosított lézersugár. Egyébként folytonos működésű és impulzusüzemű lézereket különböztetnek meg.

Az első lézert (rubin) az amerikai T. H. Maiman fejlesztette ki 1960-ban. A gázlézerek megalapítói A. Javan, R.W. Bennett és D.R. Herriott voltak (1961., hélium-neon).

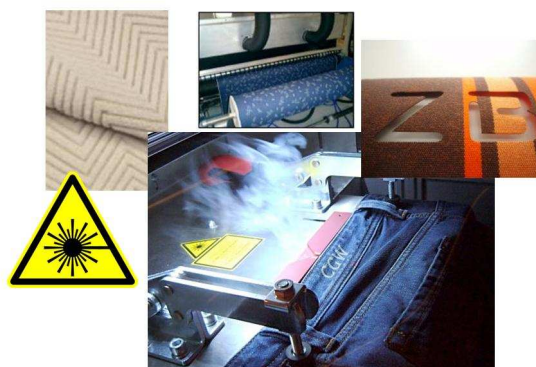
A *lézergravírozással* szinte bármilyen anyagon (fa, bőr, üveg, fém, műanyag, textilanyag, stb.) előállítható tartós, jól látható és olvasható felirat, kép, logó, sőt akár vonalkód is. Az így történő mintázás során a koncentrált lézersugár hatására az adott anyag felülete meghatározott mélységben elég, elpárolog. A gravírozandó anyag minőségétől függően változtatható frekvenciájú és erősségű lézersugár mozgását egy tükör irányítja.

A különböző textilfeletek lézergravírozásos mintázáshoz főleg széndioxid-lézereket (12. ábra) használnak, 30-400 W teljesítménytartományokban. A széndioxidlézer az egyik legrégebbi gázlézer (1964-ben K. Patel és B. Labs találta fel). Az infravörös tartományban működő folyamatos elektromágneses sugárzás hatásfoka kiváló, hasznosítási területe sokoldalú (az iparban a gravírozáson kívül vágásra, hegesztésre használják; továbbá gyógyászati alkalmazásuk is széleskörű). A különböző szerkezetű textillapok *lokalizált lézeres kezelésével* érhetők el a különböző, részleges felületroncsoláson alapuló feliratozások, motívumkiakítások (13. ábra). A szintetikus nyersanyagú flórfelek leégetésével, a természetes-szálból készült fonalak határoló-burkolatának (pl. a farmerszövetből ké-



A gázlézer működési elve

12. ábra



Lézer „gravírozásos” mintázás textiliákon

13. ábra

szült termékeknel a kék láncfonalból és a nyers vetülékből képzett szövet figyelembevételével) részleges eltávolításával alakítható ki maradandóan mechanikailag mintázott textilrész. Természetesen úgy kell a lézeres behatást szabályozni, hogy a mintakialakítást megvalósító beavatkozás ne okozzon káros szilárdságcsök-

kenést. A lézeres textilgravírozással hazai – elsősorban famercikket előállító – vállalkozások is foglalkoznak.

Források:

- [1] Textilnyomtatás konferencia (Magyar Szitanyomók Szövetsége), 2010. április 8., Budapest
- [2] FESPA 2010. kiállítás (München) prospektusai